

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 38 19965 A1

⑳ Aktenzeichen: P 38 19 965.3
㉑ Anmeldetag: 11. 6. 88
㉒ Offenlegungstag: 14. 12. 89

㉓ Int. Cl. 4:
C 02 F 3/28
C 02 F 11/04
C 02 F 1/66

Erfindereigentum

DE 38 19 965 A1

㉔ Anmelder:

Lias-Franken Leichtbaustoffe GmbH & Co KG, 8551
Hallerndorf, DE

㉕ Vertreter:

Kessel, E., Dipl.-Ing.; Böhme, V., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8500 Nürnberg

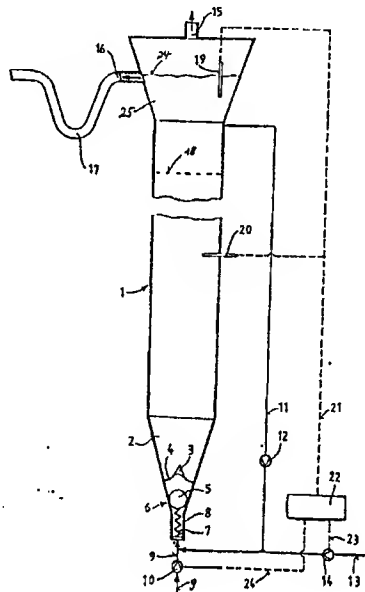
㉖ Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉗ Verfahren und Vorrichtung zur anaeroben Fließbett-Reinigung von Abwasser

Das zu reinigende Abwasser wird von unten nach oben durch ein Teilchen-Fließbett in einem Reaktorbehälter 1 geleitet. Dabei ist es erwünscht, wenn das Teilchenmaterial im spezifischen Gewicht einstellbar, im spezifischen Gewicht verringert und in der Teilchenoberfläche offenporig ist und die Vorrichtung an dieses Teilchenmaterial angepaßt ist. Dies wird erreicht, indem als Teilchenmaterial gebrochener Blähton verwendet wird und indem der Reaktorbehälter 1 länglich sowie mit einem sich verjüngenden Einlaufbereich 2 mit einem Endrohr 8 versehen ist, in das eine drehbare Schraubwendel 7 eingepaßt ist, oberhalb der ein Rückschlagventil 6 vorgesehen ist. Durch die Verwendung von gebrochenem Blähton und die daran angepaßte Vorrichtung sind verbesserte Anpaßbarkeit an die jeweiligen Abwasser-Verhältnisse und verringerter Energieverbrauch erreicht.



DE 38 19 965 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen anaeroben Fließbett-Reinigung von organisch verunreinigtem Abwasser, bei dem das Abwasser von unten nach oben durch ein Teilchen-Fließbett geleitet wird, dessen Teilchen Mikroorganismen tragen.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens, bei der ein zylindrischer Reaktorbehälter unten mit einer teildurchlässigen Einrichtung zur Lagerung des Fließbettes und darunter mit einem Zulauf für das Abwasser versehen ist, bei der eine Rezirkulationsleitung vom oberen Bereich des Reaktorbehälters zu dem Zulauf führt und bei der der Reaktorbehälter oben mit einem Ablauf und einem Gasauslaß für sich bildendes Biogas versehen ist.

Bei einem bekannten (DE-AS 29 24 465) Verfahren dieser Art wird als Fließbett-Teilchenmaterial Sand verwendet, worunter Quarzsand zu verstehen ist. Sand hat ein fest vorgegebenes spezifisches Gewicht, das sich nicht variieren läßt, was erwünscht ist, um die Fließbett-Verhältnisse an das zu reinigende Abwasser anpassen zu können. Sand hat ein hohes spezifisches Gewicht, weshalb relativ viel Energie nötig ist, um den Sand im Fließbett in Schwebelage zu halten. Die Oberfläche der Sand-Teilchen ist glatt und geschlossen, was dem Aufwuchs und der Fixierung der Mikroorganismen abträglich ist.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, dessen Teilchenmaterial im spezifischen Gewicht einstellbar ist, dessen spezifisches Gewicht verringert ist und dessen Teilchenoberfläche offenporig ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ist, diese Aufgabe lösend, dadurch gekennzeichnet, daß als Fließbett-Teilchenmaterial gebrochener Blähton verwendet wird.

Blähton läßt sich mit einer bestimmten vorgegebenen Dichte bzw. einem bestimmten vorgegebenen spezifischen Gewicht herstellen. Im vorliegenden Fall weist der Blähton ein relativ niedriges, jedoch über 1 liegendes spezifisches Gewicht auf, das im vorliegenden Fall von 1,01 bis 1,8 gr/cm³ beträgt. Das Fließbett-Teilchenmaterial hat ein spezifisches Gewicht, das etwas größer als eins ist, da es während des Verfahrens aufgrund der von den Mikroorganismen verursachten Gasbildung leichter wird. Da die Oberfläche ganzer Blähton-Teilchen relativ geschlossen ist, wird gemahlener bzw. gebrochener und damit offener Blähton verwendet, so daß die ausgeprägte Porigkeit des Blähtoninneren für die Ansiedelung, den Aufwuchs und die Fixierung der Mikroorganismen nutzbar gemacht ist. Die Mikroorganismen siedeln sich in den Poren und auf der rauhen Oberfläche an. Der Energiebedarf für die Aufrechterhaltung des Fließbettes ist bei gebrochenem Blähton etwa um die Hälfte niedriger als bei Sand. Der jeweils im Reaktor verwendete gebrochene Blähton ist durch Sieben größenklassengeordnet und die Teilchengröße im Reaktor liegt z.B. bei 0,2–0,4 mm. Die Teilchengröße des verwendeten gebrochenen Blähtons liegt in der Regel bei ca. 0,2–3 mm. Dabei ist die jeweilige Teilchengröße, z.B. ca. 0,4 mm, ein Mittelwert, da das Teilchenmaterial dann auch Teilchen enthält die größer oder kleiner als der ca.-Wert sind. Gebrochener Blähton weist neben guten Eigenschaften für den Aufwuchs von Mikroorganismen auch einen hohen Abriebwiderstand auf, was für die Aufrechterhaltung des Fließbettes wichtig ist.

Grundsätzlich ist die Verwendung von gebrochenem

Blähton als Fließbett-Teilchenmaterial bei allen Ausführungsformen des Verfahrens der eingangs genannten Art zweckmäßig und vorteilhaft. Eine erfinderische Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht jedoch darin, daß das Abwasser mit gelösten Erdalkalisalzen belastet ist und bei Überschreiten eines maximal zulässigen pH-Wertes dem Fließbett verdünnte Salz- oder Phosphorsäure zugeführt wird.

Es liegt ein pH-Wert-gesteuertes Fließbett-Verfahren vor, bei dem die Präzipitatbildung, d.h. die Erdalkaliausscheidung, z.B. Kalkablagerung vermindert ist, die zur Unbrauchbarkeit der für die Durchführung des Verfahrens verwendeten Vorrichtung bzw. zum Zusetzen des Reaktors führen würden. Versuche haben gezeigt, daß sich die hier vorgeschlagene Reinigung von mit gelösten Erdalkalisalzen belasteten Abwässern am besten durchführen läßt, wenn das Teilchen-Fließbettmaterial von gebrochenem Blähton gebildet ist. Es scheint so, als ob die Siedelungsbedingungen für die Mikroorganismen, welche sich bei dem Erdalkalisalz-bedingten pH-Wert entwickeln, bei gebrochenem Blähton besonders günstig sind. Die verwendeten Säuren (HCl, H₃PO₄) sind für das Verfahren wichtig, das z.B. nicht mit Salpetersäure oder Schwefelsäure arbeitet. Wenn der anaerobe Abbau organischer Schmutzkomponenten im Sinne einer Erhöhung des pH-Wertes wirkt, wird der Erdalkaliausscheidung entgegengewirkt.

Abwässer mit Erdalkalibelastung fallen z.B. bei Zuckerfabriken, bei der Zelluloseherstellung und bei allen Prozessen an, die mit Kalkmilch neutralisieren. Eine Belastung mit Erdalkalisalzen liegt bei 50 mg/ltr Erdalkalisalzen vor. In jedem Fall ist bei 100 mg/ltr und mehr eine Erdalkalibelastung gegeben.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es, wenn im Fließbett eine Temperatur im Bereich von 15–55°C, vorzugsweise von 28–45°C, eingehalten wird. Bei diesem Temperaturbereich entwickeln sich mesophile Mikroorganismen. Ganz allgemein gilt, daß bei der anaeroben Fließbett-Reinigung eine Mischpopulation von Mikroorganismen vorliegt und sich die für den speziellen Reinigungsvorgang wichtigen Mikroorganismen aufgrund der vorliegenden Bedingungen von selbst entwickeln. Die jeweilige Temperatur wird konstant aufrechterhalten.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es auch, wenn ein maximal zulässiger pH-Wert von 6,6 eingehalten wird. Bei dieser pH-Wertsteuerung ist die Erdalkaliausscheidung nahezu vollständig vermieden und läßt sich die Vorrichtung sehr lange betreiben, bevor eine Säuberung oder Überholung nötig ist.

Die Mikroorganismen können sich so entwickeln, daß bei Zugabe von Salz- oder Phosphorsäure der pH-Wert im Fließbett zu stark abfällt, wodurch der Reinigungsvorgang beeinträchtigt wird. Deshalb ist es besonders zweckmäßig und vorteilhaft, wenn ein minimal zulässiger pH-Wert von 5,5 eingehalten wird. Dies wird durch Unterbrechung der Zufuhr von Salz- und Phosphorsäure und/oder durch Drosselung der Pumpe für die Abwasserzufuhr, gesteuert über eine untere Grenzwertvorgabe am Titriergerät, erreicht.

Der Volumenanteil des gebrochenen Blähtons an dem Fließbett läßt sich verschieden wählen. In der Regel ist das Fließbett um 30 bis 100% des Schüttbett-Volumens größer als das vom gebrochenen Blähton gebildete Schüttbett.

Bei einer bekannten (DE-AS 29 24 465) Vorrichtung der eingangs genannten Art ist der zylindrische Reaktorbehälter in der Höhe etwa ebenso groß wie im

Durchmesser. Die Einrichtung zur Lagerung des Fließbettes ist von einem siebartigen Anströmboden gebildet, der sich über den gesamten Querschnitt des Reaktorbehälters erstreckt. Wenn bei dieser Vorrichtung als Fließbett-Teilchenmaterial gebrochener Blähton verwendet wird, so tritt in einem verstärkten Maße auf, daß das Fließbett nicht überall gleichmäßige Strömungsverhältnisse bietet und sogar Totzonen bildet.

Eine Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei der Verwendung von gebrochenem Blähton als Fließbett-Teilchenmaterial verbesserte Fließbett-Strömungsverhältnisse aufweist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist, diese Aufgabe lösend, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktorbehälter im wesentlichen rohrförmig länglich ist und unten einen sich nach unten verjüngenden Einlaufbereich mit einem Endrohr bildet, an das der Zulauf anschließt, und daß im Endrohr eine durch Durchflußströmung drehbare Schraubenwendel eingepaßt ist, oberhalb derer ein Rückschlagventil vorgesehen ist.

Das Rückschlagventil und die Schraubenwendel bzw. Schnecke verhindern bei Stillstand ein Eindringen von gebrochenem Blähton in das Endrohr. Die Rotation der Schraubenwendel verhindert ein Zulegen des Endrohres mit Ausfällungen, organischen Abwasserkomponenten oder bakteriellen bzw. pilzlichen Polymeren und bewirkt eine Vergleichmäßigung des Fließbettes im kegelförmigen Einlaufbereich über dem Rückschlagventil. Das die gebrochenen Blähton-Teilchen aufweisende Fließbett ist gleichmäßig und frei von Totzonen und weist im unteren Bereich eine Drehung um die vertikale Mittelachse auf.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es, wenn eine Säurezuleitung vorgesehen ist, in der eine Pumpe vorgesehen ist, die mittels eines Titriergerätes betätigbar ist, an das eine in den Reaktorbehälter ragende pH-Wert-Sonde angeschlossen ist. Mittels dieser Steuereinrichtung läßt sich bei Betrieb der Vorrichtung ein maximaler pH-Wert durch mehr oder weniger große Zufuhr von Säure steuern. Die Schraubenwendel oder die von dieser verursachte Flüssigkeitsdrehung vermischt die Säure gut mit dem Abwasser. Die Sonde ist in der oberen Hälfte des Reaktorbehälters angeordnet. Die Säurezuleitung führt z.B. zu dem Endrohr. Sie kann jedoch auch zu dem unteren Teil des Fließbettes führen, wo das Fließbett aufgrund der Schraubenwendel rotiert.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es dabei, wenn an das Titriergerät zwei pH-Wert-Sonden angeschlossen sind, die im Reaktorbehälter mit Abstand voneinander angeordnet sind. Durch die zweite pH-Wert-Sonde ist die Betriebssicherheit der Steuereinrichtung erhöht und wird die Gleichheit des pH-Wertes an verschiedenen Stellen des Reaktorbehälters überwacht.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es ebenso, wenn der Reaktorbehälter mit einem sich nach oben konisch erweiternden Endbereich versehen ist. Hier verringert sich die Rohr-Geschwindigkeit des Abwasserstromes in dem rohrförmigen Reaktorbehälter. Dadurch können die wenigen im Gleichgewichtszustand evtl. stärker bewachsenen und evtl. leichter gewordenen Teilchen von gebrochenem Blähton in diesem oberen Endbereich absedimentieren und rückgeführt werden. Zusätzlich wird die Entgasung durch die Vergrößerung der Flüssigkeitsoberfläche verbessert.

Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es, wenn auch die Pumpe im Zulauf mittels eines Titriergerätes steuerbar ist. Das Titriergerät drosselt bei Unterschrei-

tung einer vorgegebenen Säurezulaufmenge bzw. eines minimalen vorgegebenen pH-Wertes in einer vorgegebenen Zeitspanne die Abwasserzufuhr, bis die vorgegebenen Werte wieder erreicht werden. Durch diese Schaltung können Störungen der mikrobiellen Aktivität, insbesondere in der Einfahrphase, so rechtzeitig erfaßt werden, daß ein Umkippen des Prozesses und ein Auswaschen der suspendierten Population verhindert wird und eine Selbsterholung ermöglicht wird.

In der Zeichnung ist eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt und zwar eine Vorrichtung zur anaeroben Fließbettreinigung von Abwasser.

Gemäß Zeichnung ist ein rohrförmig länglicher Reaktorbehälter 1 vertikal vorgesehen, der unten einen sich nach unten verjüngenden Einlaufbereich 2 aufweist, dessen Öffnungswinkel ca. 16–40° beträgt. In dem Einlaufbereich 2 ist ein schalenförmiges Gegenlager 3 vorgesehen, das über Stäbe 4 an der Einlaufbereichswandung festgelegt ist. Unterhalb des Gegenlagers 3, mit Abstand von diesem liegt eine Ventilkugel 5 eines Rückschlagventiles 6 an der Wandung des Einlaufbereiches 2 dichtend an. Die Ventilkugel 5 sitzt auf dem oberen Ende einer Schraubenwendel 7, die in ein Endrohr 8 ragt, das an den Einlaufbereich 2 nach unten anschließt.

Dem Endrohr 8 wird Abwasser über ein Zulaufrohr 9 zugeführt, in dem eine Pumpe 10 angeordnet ist. Eine Rezikulationsleitung 11 führt vom oberen Bereich des Reaktorbehälters 1 zu dem Endrohr 8, wobei sie hier in das Zulaufrohr 9 mündet. Die Rezikulationsleitung 11 ist mit einer Pumpe 12 versehen, die mit einer fest eingestellten Förderleistung läuft. Eine Säurezuleitung 13, die mit einer Pumpe 14 versehen ist, führt zu dem Endrohr 8, wobei sie hier in die Rezikulationsleitung 11 mündet.

Der Reaktorbehälter 1 ist mit einem sich nach oben konisch erweiternden Endbereich 25 versehen, der oben mit einem stutzenartigen Gasauslaß 15 versehen ist und an den seitlich ein rohrartiger Ablauf 16 anschließt, der einen Siphon 17 bildet, der als Wasserschleuse das Entweichen von Gas durch den Ablauf verhindert. Ein Fließbett füllt den Reaktorbehälter bis zu einem Pegel 18, der mit Abstand unterhalb des Ablaufes 16 liegt, damit kein Teilchenmaterial in die Rezikulationsleitung 11 und den Ablauf 16 gelangt. Die Flüssigkeit bildet oben einen Pegel 24 in Höhe des Ablaufes. Eine pH-Wert-Sonde 19 taucht von oben in die Flüssigkeit und eine weitere pH-Wert-Sonde 20 taucht in halber Höhe des Reaktorgefäßes in das Fließbett. Die Sonden 19, 20 sind über elektrische Leitungen 21 an ein Titriergerät 22 angeschlossen. Das Titriergerät 22 arbeitet über eine Steuerleitung 23 auf die Pumpe 14 der Säurezuleitung 13 und über eine Steuerleitung 24 auf die Pumpe 10 im Zulaufrohr 9.

Durch automatische Zutitration von verdünnter Säure während des kontinuierlichen Betriebes wird der pH-Wert auf einem abwasserspezifischen Wert zwischen 6,0 und 6,6 gehalten. Mit höheren Erdalkalikonzentrationen wird der pH-Wert niedriger gehalten und bei niedrigeren Erdalkalikonzentrationen wird der pH-Wert höher gehalten. Der optimale Wert wird durch Analyse der Erdalkalikonzentration im Zulauf und Ablauf einmal ermittelt und dann konstant beibehalten. Die Analyse erfolgt mittels ICP-AES, AAS oder Flammenphotometrie. Die Durchflußgeschwindigkeit durch das Reaktorgefäß wird so eingeregelt, daß es zu einer ca. 100%-igen Expansion des Schüttbettes aus gebrochenem Blähton kommt. Nach erfolgtem Aufwuchs der Mikroorganismen genügt u.U. eine verminderte Durchflußgeschwindigkeit, um pH-Wert-Gradienten bzw.

-schwankungen im Reaktorbehälter um mehr als 0,1 Einheiten zu verhindern. Durch die Rezirkulationsleitung läuft pro Zeiteinheit mehr Flüssigkeit als durch den Zulauf und als durch den Ablauf.

Die Schraubenwendel kann auch axial unbeweglich gelagert sein, wobei die Ventilkugel unabhängig von der Schraubenwendel ist. Als Mikroorganismen sind primär Bakterien, aber auch Hefen, Pilze und Ziliaten vorhanden. Es werden primär solche Mikroorganismen verwendet, bei denen die Generationszeit, d.h. die Zeit, in der sich der Organismus zweiteilt, über der hydraulischen Haltezeit, d.h. über der Zeit liegt, während der eine Abwasser-Teilmenge sich im Reaktorbehälter befindet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen anaeroben Fließbett-Reinigung von organisch verunreinigtem Abwasser, bei dem das Abwasser von unten nach oben durch ein Teilchen-Fließbett geleitet wird, dessen Teilchen Mikroorganismen tragen, dadurch gekennzeichnet, daß als Fließbett-Teilchenmaterial gebrochener Blähton verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei im Teilchen-Fließbett eine über 0°C liegende Temperatur aufrechterhalten wird und ein pH-Wert vorliegt, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser mit gelösten Erdalkalisalzen belastet ist und bei Überschreiten eines maximal zulässigen pH-Wertes dem Fließbett verdünnte Salz- oder Phosphorsäure zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Fließbett eine Temperatur im Bereich von 15–55°C, vorzugsweise von 28–45°C eingehalten wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein maximal zulässiger pH-Wert von 6,6 eingehalten wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein minimal zulässiger pH-Wert von 5,5 eingehalten wird.
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der ein zylindrischer Reaktorbehälter unten mit einer teilweise durchlässigen Einrichtung zur Lagerung des Fließbettes und darunter mit einem Zulauf für das Abwasser versehen ist, bei der eine Rezirkulationsleitung vom oberen Bereich des Reaktorbehälters zu dem Zulauf führt und bei der der Reaktorbehälter oben mit einem Ablauf und einem Gasauslaß für sich bildendes Biogas versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktorbehälter (1) im wesentlichen rohrförmig länglich ist und unten einen sich nach unten verjüngenden Einlaufbereich (2) mit einem Endrohr (8) bildet, an das der Zulauf (9) anschließt, und daß im Endrohr (8) eine durch Durchflußströmung drehbare Schraubenwendel (7) eingepaßt ist, oberhalb welcher ein Rückschlagventil (6) vorgesehen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Säurezuleitung (13) vorgesehen ist, in der eine Pumpe (14) vorgesehen ist, die mittels eines Titriergerätes (22) betätigbar ist, an das eine in den Reaktorbehälter (1) ragende pH-Wert-Sonde (19 oder 20) angeschlossen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß an das Titriergerät (22) zwei pH-

Wert-Sonden (19, 20) angeschlossen sind, die im Reaktorbehälter (1) mit Abstand voneinander angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktorbehälter (1) mit einem sich nach oben konisch erweiternden Endbereich (25) versehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß auch die Pumpe (14) im Zulauf (9) mittels des Titriergerätes (22) steuerbar ist.

- Leerseite -

3819965

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

38 19 965
C 02 F 3/28
11. Juni 1988
14. Dezember 1989

